Al Chiarissimo Professore 24
Il Dottor Antonio Targioni Tozzetti
Rispettosamente offre
L'autore



ESPERIMENTI

ISTITUITI

SUL GINNOTO ELETTRICO.

24

ESPERIMENTI

ISTITUITI

SUL GINNOTO ELETTRICO

DA

DOMENICO DE MIRANDA

INCARICATO DEL GABINETTO FISICO DELLA R. BIBLIOTECA PRIVATA
DI S. M. IL RE DEL REGNO DELLE DUE SICILIE

E

GIACOMO MARIA PACI

PROFESSORE DI FISICA DELLO STESSO R. GABINETTO, ec.

NAPOLI,
DALLA STAMPERIA REALE
1845.

ESPERIMENTI

ISTITUITI

SUL GINNOTO ELETTRICO.

Degnatasi la Maestà del Re N. S. di affidare alle nostre cure un Ginnoto (*Gymnotus electricus*) recatogli in dono nello scorso anno dal Brasile da S. A. R. D. Luigi Conte di Aquila, ci è riuscito opportuno di studiar da vicino questo pesce singolare, e verificarne le proprietà.

Trasportato da Rio-Gianeiro sulla fregata Amalia, e giunto in Napoli al 15 agosto 1844, fu messo in una piccola peschiera sita sul gran loggiato al mezzogiorno della Reggia. Alla temperatura di quell'acqua dal nostro sole riscaldata, non cibossi che di rane, ed a preferenza di gamberi (1), acciughe (2),

---

(1) *Astacus fluviatilis* Fabr. *Cancer astacus* Linn. et *Astacus squilla* Fabr. *Cancer squilla* Linn.

(2) *Clupea encrasicolus* Linn. volgarmente *alici*.

tozzi (1), ed altri piccoli pesci. Questo pasto intanto diede luogo a parecchie importanti osservazioni. Una delle più interessanti fu la seguente: volendosi il Ginnoto cibare di qualche rana, ad essa dirigeasi, e giunto talora alla distanza di circa un piede, guardandola, ed arrestandosi la rendeva immobile e quasi paralizzata. Sorpresa allora la rana da questa non ancora ben determinata azione, e resa, quasi diremmo, tetanica, dopo pochi secondi come corpo morto nell' acqua piombava per divenir suo pasto.

È poi notabilissimo che gli effetti qui sopra dichiarati si manifestavano su d' una sola delle molte rane intorno nuotandi, e non sempre su quella al Ginnoto più vicina.

Si è talvolta rinnovato il fatto precisato con tanta esattezza da WILLIAMSON, di lanciarsi cioè il suo colpo contro le rane od i pesciolini, guardandoli con indifferenza, e senza ingoiarne alcuno. Tolti questi così di vita senza bisogno di cibo, si è dovuto conchiudere, che oltre lo stimolo della fame un altro

(1) *Cottus gobio* LINN. detti ancora *ghiozzi*, e dal nostro volgo *mazzoni*.

bisogno sentisse l' animale, cioè quello di scaricarsi di tempo in tempo della propria elettricità.

Per non farlo soccombere al freddo della stagione invernale, ci si permise da S. E. il Maggiordomo Maggiore Principe di Bisignano, di traslogarlo in una gran vasca di legno appositamente costrutta, e situata in una stanza de' Reali appartamenti. Benchè esposta a mezzodì, pure in tutto l' inverno e gran parte della primavera non si è questa aperta che per pochi istanti, per quanto cioè è stato sufficiente a rinnovare l' aria.

Per serbare fangosa e limacciosa l' acqua della vasca come quella in cui l' animale naturalmente vive, non si è del tutto cangiata che ogni quindici o venti giorni; mentre periodicamente si è in parte rinnovata con acqua naturale e calda, a seconda del bisogno; cercando così per quanto ci era possibile di acclimarlo. Originario infatti delle più calde regioni, e dimorando nelle acque di 26° del termometro centigrado, ha ben vissuto nell' inverno in un bagno temperato dal 22° al 24° da un' atmosfera di 23° al 25° centesimale. Lungi dal viverví a stento, vi si è nutrito in modo da giungere alla lunghezza di 3 piedi e 4 pollici, dimensione che lo qualifica

per grosso abbastanza. In fatti i più grandi Ginnoti osservati dal celebre De Humboldt a Cano de Bera nell' America meridionale erano di 5 piedi e 3 pollici (1, 70 metr.), benchè gli si fosse assicurato dagli Indiani di esservene di 6 piedi (1, 90 m.).

Il primo fenomeno da noi in proposito verificato è stato la scossa. All' uopo non è indispensabile di toccar l' animale con ambe le mani in due punti del suo corpo, ma basta toccarlo con una mano soltanto per esserne scosso. Nel primo caso la scossa è più forte, e si avverte nelle braccia e nel petto, formando questi organi un arco scaricatore; nel secondo è più debole, ed avvertesi nel solo braccio con cui è tocco l' animale e negli arti corrispondenti, seguendo la scarica tra gli organi, il suolo, e l' acqua del bagno. Formandosi, come suol dirsi, catena con più persone, son tutte ad un tempo scosse, in qualunque de' due modi si provochi la scarica, sia che il primo e l' ultimo tocchino ad un tempo l' animale, sia che il primo soltanto stabilisca il contatto, come si è provato con una catena di quattro persone. Toccato poi contemporaneamente il Ginnoto verso la testa e la coda da due persone, una sola ne fu scossa, e

quella propriamente che era dalla parte della coda; ripetuto però l'esperimento, quella ne fu scossa che era dalla parte della testa. Più volte in fine rinnovato, ne furono entrambe scosse, e più fortemente di quelle che lo erano state, isolatamente prese.

Non scuote però il Ginnoto sempre che lo si tocchi; per essere scosso fa d'uopo alquanto irritarlo, comprimerlo, specialmente presso l'organo elettrico. Provando ciò, che il suo apparato elettromotore non si mette in azione che pel concorso della volontà, giusto omaggio si è reso all'osservazione analoga di Bancroft. Son talora le scosse si possenti da superar quelle delle più forti pile, e da farne per qualche tempo risentir gli effetti. Rinnovate spesso, si rendono ben penose. Non essendone l'intensità costante, risultano più o men vigorose, secondo il vigorio, l'inquietudine e lo stizzamento dell'animale. Son più forti dopo che prima del pasto; e ne decresce l'intensità a misura che l'animale si stanca. Quindi dopo di averlo per qualche tempo tormentato, bisogna lasciarlo in libertà per rinfrancarlo così delle forze perdute.

Si è potuto osservare, che dotato sembri l'ani-

male di un occulto sentimento che lo avvisi del maggiore o minor vigore delle persone o degli animali che alla scossa si assoggettano, dando scosse più o men vigorose ai più o men validi. Si accorda ciò colle osservazioni di Humboldt sul senso occulto, che guida i Ginnoti a scegliere nei grossi animali i punti più atti a produrre il massimo effetto colle loro scariche.

Sommamente addolorato un facchino della Real Casa nel braccio destro e nella spalla corrispondente per sofferta çaduta, era quasi inabilitato ad ogni lavoro. Consigliato a subire le scosse del Ginnoto, dopo di averne ricevuto tre o quattro mediocri, fu l' indomani perfettamente ristabilito. Similmente un servo de' Reali Appartamenti tormentato da grave affezione reumatica, ne fu tosto guarito coll' uso di queste scosse poche volte ripetute.

Trasportato il Ginnoto in una piccola vasca, e riscaldandone a gradi l' acqua sino al 28° centesimale, esso diede scariche tanto più forti e frequenti, quanto più cresceva la temperatura del mezzo in cui vivea. Restammo allor convinti della veracità delle relazioni de' viaggiatori sul sommo vigore de' fenomeni a questo pesce nel suo clima attribuiti, com-

parativamente a quelli che presso di noi vi si osservano. Lungi però di ripetere con Becquerel l' azione calorifica sulla scarica elettro-animale da una analogia coi fenomeni della fosforescenza, più probabile sembra l' opinione del dotto Professore di Pisa Cav. Matteucci, cioè che la maggiore attività della respirazione e della circolazione dell' animale che vive nell' acqua calda influisca direttamente sul sistema nervoso e sulla stessa funzione elettrica.

La rana preparata contraesi fortemente in presenza del Ginnoto quando si scarica, in gran massa d' acqua, ed a notabile distanza. Così esso giunge ad impadronirsi, come gli altri pesci elettrici, di quei pesci di cui vuol cibarsi. È notabile il seguente fatto all' uopo più volte osservato. Tenendosi in mano una acciuga, e lentamente trasportandola nell' acqua per obbligare il Ginnoto a seguirla e meglio così esaminarlo, quando più non si fidava soffrir l' inganno, lanciando una scossa immantinenti tracannava quel pescicolo, che contrastatosegli libero involontariamente se gli lasciava pel sofferto convellimento, e per la sorpresa della scossa.

Si sono spessissimo ricevute delle scosse toccando l' animale con un sottile bastone metallico.

Impugnato però questo da una persona isolata, con una spugna inumidita o con una mano bagnata, per quanto avesse villicato l'organo elettrico coll'estremo, non ne ottenne commozione alcuna. Simile risultato si è avuto isolando il pesce (1). Questi esperimenti negativi sembrano confermare l'opinione di esser avvertito l'animale da un senso interno della possibilità od impossibilità della circolazione elettrica; talchè sentendo di esser questa impossibile, benchè tormentato non si scarica, o fattone appena un primo tentativo si riduce l'effetto ad un piccolo fenomeno di tensione. Sarebbe ciò d'accordo coll'altra osservazione della scarica proporzionale alla suscettività degli individui sui quali avviene.

Musschenbroek diede il primo un forte argomento per provare la natura elettrica di queste scosse, mostrando di non esservi scarica quando tali pesci eran toccati con corpi coibenti. Walsh,

---

(1) Attesa l'onorifica conoscenza personale dei celebri Professori Orioli e Cav. Botto, acquistata nella favorevole occasione del nostro Congresso Scientifico, ci abbiam fatto un dovere di ripetere in lor presenza varii esperimenti sul Ginnoto, e di eseguire ancora questi ultimi che la loro diligenza ha saputo cortesemente suggerirci.

Ingenhouss, e Fahlberg ottennero però la prima volta la scintilla elettrica dal Ginnoto, interrompendo la catena conduttrice con due piccole foglie d'oro riposte su di un vetro in modo da lasciare l'interruzione di una linea. Ma noi l'abbiamo ottenuta in modo ben più brillante e deciso. L'apparecchio all'oggetto impiegato è stato un piccolo tubo di vetro ricurvo a forma di U, e pieno di mercurio nella sua curvatura. Fissato con sovero ad ogni suo braccio un lungo reoforo di rame rivestito di seta, e discendente fin presso la superficie del mercurio, vi si è lasciato l'intervallo di qualche frazione di linea. Gli estremi opposti di questi fili sonosi congiunti a due manubrii con impugnature di legno e muniti di spugne, ed a quelli propriamente relativi all'elettricità medicinale del grande apparato magneto-elettrico di Clarke. Stimolato il Ginnoto colle spugne sul dorso e sull'addome, in corrispondenza dell'organo elettrico; operando al buio, ed agitando lievemente il mercurio, vi abbiamo visto brillare sulla superficie la luce elettrica. Introdotto poi in questo circuito la spirale moltiplicatrice di Henry, le scintille elettriche son risultate più grandi e più luminose.

Frapponendo nel filo interpolare una spirale cilindrica con entro un ago di acciaio non magnetico, dopo alquante scariche lo si è trovato magnetizzato. Si è cosi confermato un fatto osservato da Faraday nel 1839 sullo stesso animale a Londra, e prima procurato in Italia dai Professori Cav. Configliacchi, Barlocci, e Linari colla corrente ictio-elettrica della Torpedine.

Decomposto da Schoenbein e da Faraday il ioduro potassico coll' elettricità del Ginnoto, si è da noi messo in comunicazione coi cennati reofori l' apparato della gran macchina di Clarke per la decomposizione de' sali. Ottenuta non solo quella del ioduro potassico, ma l' altra benanche del nitrato argentico, e dell' acetato piombico; facemmo terminare i due estremi liberi dei reofori con punte di platino; ed immerse queste in una capsula di porcellana contenente la soluzione di nitrato argentico, poco dopo seguì patentemente la decomposizione del sale.

Se colle scariche elettriche della Torpedine seppe il Prof. Linari ottenere sui metalli ossidabili tinte uniformi al modo di Nobili, e gli anelli colorati di Newton; abbiam noi tentato di riprodurre gli stessi

fenomeni con quelle del Ginnoto. Trasmessa coi soliti mezzi l' ictio-elettricità nell' apparato all' uopo da Nobili congegnato, non ha tardato l'acetato piombico a deporre sulla lamina di platino decisi segni di anelli concentrici.

L' illustre Davy, ed il prelodato Linari furono i primi a scoprire il potere calorifico delle correnti ictio-elettriche, avvalendosi il primo dell' elettrometro di Harris, ed il secondo del termometro di Breguet. Negli esperimenti istituiti sul Ginnoto a Londra nel 1839, tentato avea Schoenbein di scoprire l' innalzamento di temperatura coll' apparato termo-elettrico di Snow-Arris; essendosi però questo guastato nell' atto di sperimentare, non potè proseguire l' esperimento. Assicurando però Faraday di aver avuto nello stesso termo-elettrometro qualche indizio di calorico colle correnti del Ginnoto, abbiamo a tal fine impiegato il termo-moltiplicatore dell' apparato del Cav. Melloni. Messo di circa una linea innanzi alla sua pila un sottilissimo filo di argento congiunto per gli estremi coi due fili di conduzione; il calore prodotto dal passaggio della corrente ictio-elettrica se non è stato si intenso da produrre l' arroventamento del piccol filo metallico, lo

ha però riscaldato in modo da render pronte le galvanometriche deviazioni.

Invano WALSH ed altri fisici posteriori tentarono di osservare se l' elettricità de' pesci presentasse alcun fenomeno di tensione. LINARI soltanto asserisce di aver ottenuto nel 1836 nelle fogliette d' oro dell' elettrometro condensatore manifesti segni di tensione positiva e negativa, secondochè il conduttore comunicava col dorso o colla pancia nel momento di contrazione della Torpedine su cui sperimentava il fisico di Siena. Avendo noi tentato di verificare il fenomeno col Ginnoto, avvalendoci dell' elettroscopio di SYNGER, di quello di BOHNENBERGER, e dell'altro recentissimo di PEREGO, in niuno di questi abbiam potuto scorgere fenomeno alcuno di elettrica tensione.

Non così però delle galvanometriche deviazioni. Abbiamo sul Ginnoto verificato un fatto sullo stesso pesce osservato da SCHOENBEIN e da FARADAY, e sulle Torpedini confermato da BLAINVILLE, FLOURENS, BARLOCCI, LINARI, MATTEUCCI, ZANTEDESCHI, e PRUDENTE. Deviazioni di 90° e più gradi ne abbiamo spesso ottenuto, da non potersi misurare coll' apparato moltiplicatore. Bruscamente l' ago deviava, come da urto meccanico sospinto. Così in-

tense erano le azioni da notabilmente alterare più volte gli aghi del galvanometro in modo da renderli inetti agli altri esperimenti: fatto questo avvenuto anche a Linari, Zantedeschi, e Prudente colla corrente della Torpedine. Per tali ragioni ci siamo posteriormente serviti, e con vantaggio, del galvanometro universale del Prof. Majocchi. Un altro fenomeno similmente abbiamo avuto occasione di verificare dapprima osservato dal Zantedeschi, di non esser cioè necessario di porre gli scandagli in contatto colle parti dell' animale; ma basta immergerli nell' acqua, anche a qualche pollice di distanza dal Ginnoto, per osservare nel momento della scarica sensibilissima deviazione. Si ha pur questa a circolo chiuso, applicando le mani al dorso ed al ventre del Ginnoto. È questo un effetto della somma effusione dell' elettrico, avvertita da Schilling sul Ginnoto, da Walsh sullo stesso riconfermata, ed oggidì da Matteucci e Zantedeschi ripetuta sulla Torpedine?

Sin dal 1836 il prelodato Professore Linari ottenne i più distinti fenomeni d' induzione dalle scariche elettriche della Torpedine. Non era l' apparato che un sistema di due eliche e di tre qua-

drati moltiplicatori ad esse concentrici. L' elica interna era elettro-magnetica, l' esterna semplicemente spirale. Gli estremi di tutti i fili, da cui risultavano le eliche ed i moltiplicatori, erano da ambe le parti delle eliche e de' quadrati metallicamente riuniti. Così costituivano gli estremi di un filo in elica, che avea per grossezza la somma di quelle de' fili. Questo sistema quindi, od apparecchio così ordinato non era che una spirale elettro-magneto-dinamica, ossia un gran solenoide. Deve LINARI a questo congegno le deviazioni galvanometriche, la magnetizzazione, e la scintilla d' induzione. Un congegno simile ci ha dato col Ginnoto gli stessi risultati, cioè le indicazioni del moltiplicatore, ed una debole magnetizzazione degli aghi. Volendo più oltre molestar l' animale, anche la scintilla avremmo ottenuto. Mettendo però in comunicazione il dorso e l' addome del Ginnoto colla macchina elettro-magnetica di CALLAN, abbiamo subito per la indotta corrente sensibilissime scosse.

Una legge da BRESCHET e da BECQUEREL scoverta, e da MATTEUCCI confermata, si è da noi verificata colle deviazioni galvanometriche e colle chimiche azioni. È dessa contraria alle assertive di

Walsh e di Davy; cioè tutti i punti della parte dorsale dell' organo sono positivi relativamente a quelli della parte addominale (1). Un altro fatto abbiamo egualmente verificato scoperto da Faraday e da Schoenbein mercè gli esperimenti istituiti sul Ginnoto di Londra nel 1839, d' esser cioè la testa o la parte anteriore positiva rispetto alla coda o parte posteriore. Dietro le galvanometriche osservazioni abbiamo infine contestato un fatto, che il nostro benemerito Professore Prudente osservò sulla Torpedine, cioè di trasmettersi le correnti elettriche in direzione delle fibre muscolari. Questa osservazione conferma quella di Prevost, cioè di dirigersi la corrente elettro-fisiologica nei muscoli dall' alto al basso, cioè dalla testa alle estremità.

Son questi i fatti, che studiando un singolarissimo animale la prima volta trasportato nell' amena nostra regione, ci è riuscito di verificare. Non arrestando certamente questi primi risultati le nostre

(1) Autorizzati dall' Eccellentissimo Maggiordomo Maggiore abbiamo istituito questi esperimenti in unione del ch. Professor Prudente, perchè essendo egli peritissimo nelle fisiologiche dottrine avesse potuto coadiuvarci per la parte che le riguardavano.

ricerche, con maggior premura le proseguiremo e diligenza. Chi sa se ci sarà dato di osservare qualche altro fatto, se ci sarà permesso di scovrire qualche nuova legge, capace di meglio rivelar le cause dell' ictio-elettricità !

Domenico de Miranda.
Giacomo Maria Paci, *redattore*.

